



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

INTERNATIONALES RÜM

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F23N 5/16, F23R 3/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/35186 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. August 1998 (13.08.98)		
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00211		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).			
(22) Internationales Anmeldedatum: 23. Januar 1998 (23.01.98)					
(30) Prioritätsdaten: 197 04 540.5 6. Februar 1997 (06.02.97) DE					
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).					
(72) Erfinder; und					
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HERMANN, Jakob [DE/DE]; Am Mühlberg 2, D-82282 Oberweikertshofen (DE). HANTSCHK, Carl-Christian [DE/DE]; Bromberger Strasse 43, D-81929 München (DE). ZANGL, Peter [DE/DE]; Destouchesstrasse 71, D-80796 München (DE). VORTMEYER, Dieter [DE/DE]; Wilhelm-Duell-Strasse 5, D-80683 München (DE). ORTHMANN, Armin [DE/DE]; Rotwandstrasse 12, D-85609 Aschheim (DE).					
(54) Title: METHOD FOR ACTIVE ATTENUATION OF A COMBUSTION OSCILLATION, AND COMBUSTION DEVICE					
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AKTIVEN DÄMPFUNG EINER VERBRENNUNGSSCHWINGUNG UND VERBRENNUNGSVORRICHTUNG					
(57) Abstract					
<p>The present invention relates to a method for active attenuation of a combustion oscillation in a combustion chamber (4) provided with at least two control elements (8). Said method is characterized in that an operating lever of the control elements (8) requires the combustion oscillation to be measured at a lower number of points than that of control elements (8). This is obtained mainly by using the symmetry of a sound vibration (30) generated by self-excitation in the combustion chamber (4).</p>					
(57) Zusammenfassung					
<p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung in einer Brennkammer (4) mit mindestens zwei Stellgliedern (8). Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß eine Ansteuerung der Stellglieder (8) eine Messung der Verbrennungsschwingung an weniger Stellen erfordert, als Stellglieder (8) vorhanden sind. Dies wird insbesondere durch Ansutzung der Symmetrie einer akustischen Eigenschwingung (30) in der Brennkammer (4) erreicht.</p>					

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldan	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung**Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung und Verbrennungsvorrichtung**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung in einer Brennkammer sowie eine Verbrennungsvorrichtung.

10 In dem Artikel "Aktive Dämpfung selbsterregter Brennkamerschwingungen (AIC) bei Druckzerstäuberbrennern durch Modulation der flüssigen Brennstoffzufuhr" von J. Herrmann, D. Vortmeyer und S. Gleiß, VDI-Berichte Nr. 1090, 1993 ist beschrieben, wie eine Verbrennungsschwingung in einer Brennkammer entsteht und wie sie aktiv gedämpft werden kann. Bei der Verbrennung in einer Brennkammer, z.B. einer Turbine, kann es zu einer selbsterregten Verbrennungsschwingung kommen, die auch als Verbrennungsinstabilität bezeichnet wird. Eine solche Verbrennungsschwingung entsteht durch die Wechselwirkung

15 zwischen einer schwankenden Leistungsfreisetzung bei der Verbrennung und den Eigenschwingungen der Brennkammer. Eine Verbrennungsschwingung geht häufig einher mit einer hohen Lärmemission und einer mechanischen Belastung der Brennkammer, die bis zu einer Zerstörung von Bauteilen führen kann. Eine

20 aktive Dämpfung einer Verbrennungsschwingung wird dadurch erreicht, daß ein Stellglied (Piezoaktuator) die einem Brenner zugeführte Brennstoffmenge moduliert. Ein Mikrofon nimmt die akustischen Schwingungen in der Brennkammer auf. Aus dem Mikrofonsignal wird ein Regelsignal für die Regelung der Modulation der zugeführten Brennstoffmenge so abgeleitet, daß die

25 Modulation der zugeführten Brennstoffmenge antizyklisch zur Verbrennungsschwingung erfolgt.

30 Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung in einer Brennkammer anzugeben. Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Verbrennungsvorrichtung anzugeben, bei der auf eine einfache

Art und Weise eine aktive Dämpfung einer Verbrennungsschwingung möglich ist.

Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird gelöst durch

5 Angabe eines Verfahrens zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung in einer Brennkammer, wobei die Verbrennungsschwingung durch mindestens zwei Stellglieder, die je eine Stellgröße beeinflussen, gedämpft wird, und wobei an mindestens einer Meßstelle eine Meßgröße bestimmt wird, wobei eine

10 Ansteuerung der Stellglieder über eine Anzahl von Meßgrößen erfolgt, die kleiner ist als die Anzahl der Stellglieder. Dieses Verfahren ermöglicht es, mit einem geringen Meßaufwand eine Regelung zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung durchzuführen. Mit Stellgröße ist eine Systemgröße gemeint, die durch eine physikalische Größe beschrieben wird, z. B. eine an einer bestimmten Stelle zugeführte Menge an Brennstoff. Eine andere Stellgröße wäre in diesem Sinne z. B. eine an einer anderen Stelle zugeführte Brennstoffmenge oder z. B. eine Menge an zugeführter Verbrennungsluft. Ein Stell-

15 glied ist entsprechend nicht zwingend als eine apparative Einheit aufzufassen. Die Bezeichnung Stellglied kann auch zwei oder mehrere Mittel umfassen, die gemeinsam eine Stellgröße beeinflussen, z. B. zwei Lautsprecher, die gemeinsam einen Verbrennungsluftmassenstrom modulieren.

20

25 Der Verbrennung wird Brennstoff und Verbrennungsluft zugeführt, wobei bevorzugt als Stellgröße eine Menge von der Verbrennung zugeführtem Brennstoff und/oder eine Menge von der Verbrennung zugeführter Verbrennungsluft verwendet werden,

30 wobei aber auch gleichzeitig andere Stellgrößen verwendet werden können. Bevorzugt wird der Brennstoffmassenstrom und/oder der Verbrennungsluftmassenstrom moduliert. Damit ist es möglich, die aktive Dämpfung einer Verbrennungsschwingung über die Modulation der zugeführten Brennstoffmenge und/oder

35 der zugeführten Verbrennungsluftmenge durchzuführen.

Bei einer Verbrennungsschwingung bildet sich in der Brennkammer eine akustische Eigenschwingung bzw. ein Schallfeld aus. Ein Schallfeld ist durch charakteristische Schallfeldgrößen, wie z.B. Schalldruck und Schallschnelle gekennzeichnet, deren 5 zeitliche Verläufe gewisse periodische Regelmäßigkeiten aufweisen. Ein Schallfeld weist typischerweise räumliche Bereiche auf, innerhalb derer die Schallfeldgrößen mit unterschiedlichen Amplituden periodisch schwingen. Schallfeldgrößen in verschiedenen räumlichen Bereichen des Schallfeldes 10 sind in ihren Schwingungen zueinander zeitlich, in einer für das Schallfeld charakteristischen Weise verschoben, sie weisen also eine charakteristische Phasenverschiebung auf. Weisen die beschriebenen räumlichen Bereiche eine gewisse Regelmäßigkeit in ihren Merkmalen auf, so spricht man von Symmetrie des Schallfeldes. 15

Bevorzugt werden genau so viele Meßgrößen bestimmt, wie es für eine Charakterisierung der Eigenschwingung erforderlich ist. Weiterhin bevorzugt wird die Ansteuerung mindestens eines Stellgliedes über die Symmetrie der akustischen Eigenschwingung ermittelt. Mithilfe einer Anzahl von Meßgrößen wird die akustische Eigenschwingung charakterisiert. Aus dieser Kenntnis des vorliegenden Schallfeldes wird über die Symmetrie der akustischen Eigenschwingung in der Brennkammer die 20 Regelung der Stellglieder abgeleitet, indem die jeweilige räumliche Position berücksichtigt wird, an der ein Stellglied die Verbrennungsschwingung beeinflußt. Mit der Charakterisierung der akustischen Eigenschwingung ist bekannt, welche Phase und Amplitude die Verbrennungsschwingung am Ort eines 25 Eingriffs eines Stellglieds aufweist. Damit ergibt sich die für die Dämpfung der Verbrennungsschwingung erforderliche Regelung jedes Stellglieds. Die Anzahl an Meßstellen ist mithin nur durch die zur Charakterisierung der Eigenschwingung nötige Anzahl an Meßstellen festgelegt. 30

35

Weiterhin bevorzugt werden die Stellglieder antizyklisch zur Verbrennungsschwingung angesteuert. Eine antizyklische An-

steuerung bewirkt eine besonders effiziente Dämpfung der Verbrennungsschwingung. Eine antizyklische Ansteuerung bezeichnet eine zur selbsterregten Verbrennungsschwingung invertierte Schwankung der Stellgröße. Für eine harmonische Verbrennungsschwingung bedeutet dies, daß die Stellgröße mit gleicher Frequenz, jedoch gegenphasig aufgeprägt wird.

Bevorzugtermaßen wird das Verfahren in einer Ringbrennkammer einer Gasturbine angewendet. Eine Ringbrennkammer einer 10 Gasturbine weist eine relativ große Zahl von Brennern auf, die jeweils eine Verbrennungsschwingung erregen können. Es ist wünschenswert, für jeden Brenner mit einem eigenen Stellglied eine aktive Dämpfung einer Verbrennungsschwingung durchführen zu können. Die Anzahl an zu bestimmenden Meßgrößen für diese Stellglieder kann klein gehalten werden.

Die auf eine Verbrennungsvorrichtung gerichtete Aufgabe wird gelöst durch Angabe einer Verbrennungsvorrichtung mit mindestens einem Brenner in einer Brennkammer sowie mit mindestens 20 einer Modulationsvorrichtung, die:

- a) einen Sensor zur Erfassung einer die Verbrennungsschwingung charakterisierenden Meßgröße,
- b) einen Regler zur Umwandlung eines Signales des Sensors in 25 ein Regelsignal und
- c) ein Stellglied zur Modulation einer Stellgröße umfaßt, wobei insgesamt mindestens zwei Stellglieder zur Modulation je einer Stellgröße vorhanden sind und wobei die Anzahl an Sensoren kleiner ist, als die Anzahl an Stellgliedern.

30 Dabei können zwei oder mehr Stellglieder dadurch vorhanden sein, daß eine Modulationsvorrichtung zwei oder mehr Stellglieder umfaßt oder dadurch, daß zwei oder mehr Modulationsvorrichtungen vorhanden sind. Mit dieser Verbrennungsvorrichtung ist es möglich, die notwendige Anzahl von Reglern und Sensoren zu reduzieren und somit mit geringen konstruktivem Aufwand eine aktive Dämpfung einer Verbrennungsschwingung

durchzuführen. Die so erzielte Einsparung an Sensoren und Reglern führt zu erheblichen Kosteneinsparungen.

Bevorzugtermaßen weist ein Brenner jeweils eine Brennstoffzuführung und eine Verbrennungsluftzuführung auf, wobei mindestens ein Stellglied mit der Brennstoffzuführung oder mit der Verbrennungsluftzuführung verbunden ist. Damit ist es möglich, die Dämpfung einer Verbrennungsschwingung durch eine Regelung der zugeführten Brennstoffmenge oder der zugeführten Verbrennungsluftmenge durchzuführen. Gleichzeitig kann auch ein Stellglied oder können mehrere Stellglieder eine andere Stellgröße oder andere Stellgrößen modulieren.

Bevorzugtermaßen sind die Brenner Hybridbrenner, umfassend jeweils einen Vormischbrenner und einen Pilotbrenner. Das Prinzip eines Hybridbrenners ist beschrieben in dem Artikel "Progress in NO_x and CO Emission Reduction of Gas Turbines", H. Maghon, P. Behrenbrink, H. Termuehlen und G. Gartner, ASME/IEEE Power Generation Conference, Boston, October 1990, worauf hiermit explizit Bezug genommen wird.

Bevorzugtermaßen ist die Brennkammer eine Ringbrennkammer einer Gasturbine.

Das Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung und die entsprechende Verbrennungsvorrichtung werden beispielhaft anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt schematisch eine entlang einer Achse gerichtete Gasturbine 33. Ein Verdichter 2 ist strömungstechnisch verbunden mit einer Turbine 3. Zwischen Verdichter 2 und Turbine 3 ist eine Verbrennungsvorrichtung 1 geschaltet. Die Verbrennungsvorrichtung 1 besteht aus einer Brennkammer 4, in die Hybridbrenner 5 münden. Jeder Hybridbrenner 5 ist aufgebaut aus einem konusförmigen Vormischbrenner 6, der gleichzeitig eine Verbrennungsluftzuführung 6a bildet. Der Vormischbrenner 6 umgibt einen Pilotbrenner 7 mit eigener

Verbrennungsluftzuführung 7a. Jedem Vormischbrenner 6 wird Brennstoff 28 über eine Brennstoffzuleitung 23 zugeführt. Jedem Pilotbrenner 7 wird Brennstoff 28 über eine Brennstoffzuleitung 24 zugeführt. Die Hybridbrenner 5 sind zum einen Teil

5 in der Brennkammer 4, zum anderen Teil in einer der Brennkammmer 4 benachbarten Vorkammer 4a angeordnet. In jede Brennstoffzuleitung 24 der Pilotbrenner 7 ist ein Stellglied 8 eingebaut. Die Stellglieder 8 sind elektrisch verbunden mit einer gemeinsamen Regellogik 9. Diese ist elektrisch verbunden mit einem Regler 10. Der Regler 10 ist wiederum elektrisch verbunden mit einem Drucksensor 11, insbesondere einem Piezodruckaufnehmer 11. Der Drucksensor 11 ist an einer Meßstelle 11a in der Brennkammer 4 angeordnet.

10 15 Beim Betrieb der Gasturbine 1 wird Verbrennungsluft 29 im Verdichter 2 komprimiert und über einen Kanal 21 in die Vorkammer 4a geleitet. Aus der Vorkammer 4a gelangt die Verbrennungsluft 29 in die Luftzuführkanäle 6a, 7a der Vormischbrenner 6 und der Pilotbrenner 7. Über die Brennstoffzuleitungen

20 24 wird den Pilotbrennern 7 Brennstoff 28 zugeführt und in der Verbrennungsluft 29 als Pilotflamme verbrannt. Den Vormischbrennern 6 wird Brennstoff 28 über die Brennstoffzuleitungen 23 zugeführt und mit der Verbrennungsluft 29 vermischt. Das in die Brennkammer 4 eintretende Brennstoff-Luft-

25 25 Gemisch entzündet sich an der Pilotflamme. Durch eine Wechselwirkung mit der Akustik der Brennkammer 4 kann sich eine Verbrennungsschwingung ausbilden. Eine solche Verbrennungsschwingung verursacht eine akustische Eigenschwingung 30 bzw. ein Schallfeld 30 in der Brennkammer 4. Mit dem Drucksensor

30 30 11 wird diese akustische Eigenschwingung 30 gemessen. Der Drucksensor 11 gibt ein Meßsignal aus. Dieses Meßsignal wird im Regler 10 in ein Regelsignal umgewandelt. Aus diesem Regelsignal wird mit Hilfe der Regellogik 9 eine Ansteuerung für die Stellglieder 8 ermittelt. Dabei ergibt sich die An-

35 steuerung aus der räumlichen Position eines Brenners 5 und aus der Symmetrie der akustischen Eigenschwingung 30. Die Brennstoffzuführung für die Pilotbrenner 7 wird antizyklisch

zur Verbrennungsschwingung geregelt, daß heißt, der Brennstoffmassenstrom jedes Pilotbrenners 7 wird so moduliert, daß sich die in die Brennkammer 4 eingedüste Brennstoffmenge am Ort der Flamme bzw. der Verbrennungszone des jeweiligen Pilotbrenners 7 gegenphasig und mit gleicher Frequenz wie die Verbrennungsschwingung am Ort der Flamme zeitlich ändert. Damit ergibt sich eine Dämpfung der Verbrennungsschwingung. Die Ansteuerung der Stellglieder 8 erfordert also eine Messung an nur einer Meßstelle 11a. Ein Sensor 11 und ein Regler 10 werden eingespart. Man erhält ein einfaches Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung sowie eine konstruktiv einfache Verbrennungsvorrichtung, in der eine aktive Dämpfung einer Verbrennungsschwingung durchführbar ist. Das Verfahren ist insbesondere auch für eine Brennkammer 4 mit mehr als zwei Brennern 5 geeignet, etwa für eine Ringbrennkammer, oder für eine Silobrennkammer mit z.B. acht Brennern. Vorzugsweise ist die Anzahl an Sensoren 11 und Reglern 10 so groß, wie es für die Charakterisierung der akustischen Eigenschwingung 30 gerade erforderlich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur aktiven Dämpfung einer Verbrennungsschwingung in einer Brennkammer (4), wobei die Verbrennungsschwingung durch mindestens zwei Stellglieder (8), die je eine Stellgröße beeinflussen, gedämpft wird und wobei an mindestens einer Meßstelle (11a) eine Meßgröße bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ansteuerung der Stellglieder (8) über eine Anzahl von Meßgrößen erfolgt, die kleiner ist als die Anzahl an Stellgliedern (8).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Stellgröße eine Menge von der Verbrennung zugeführtem Brennstoff (28) oder einer Menge von der Verbrennung zugeführter Verbrennungsluft (29) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich in der Brennkammer (4) eine akustische Eigenschwingung (30) ausbildet, wobei genau so viele Meßgrößen bestimmt werden, wie es für eine Charakterisierung der Eigenschwingung erforderlich ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich in der Brennkammer (4) eine akustische Eigenschwingung (30) ausbildet, die über eine Anzahl an Meßgrößen charakterisiert wird, wobei die Ansteuerung mindestens eines Stellgliedes (8) über die Symmetrie der akustischen Eigenschwingung (30) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellglieder (8) antizyklisch zur Verbrennungsschwingung angesteuert werden.
6. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden An-

sprüche in einer Ringbrennkammer (4) einer Gasturbine (1). -

7. Verbrennungsvorrichtung (1) mit mindestens einem Brenner (5) in einer Brennkammer (4) sowie mit mindestens einer Modulationsvorrichtung, wobei die Modulationsvorrichtung umfaßt:

5 a) einen Sensor (11) zur Erfassung einer die Verbrennungsschwingung charakterisierenden Meßgröße,

b) einen Regler (10) zur Umwandlung eines Signales des Sensors (11) in ein Regelsignal und

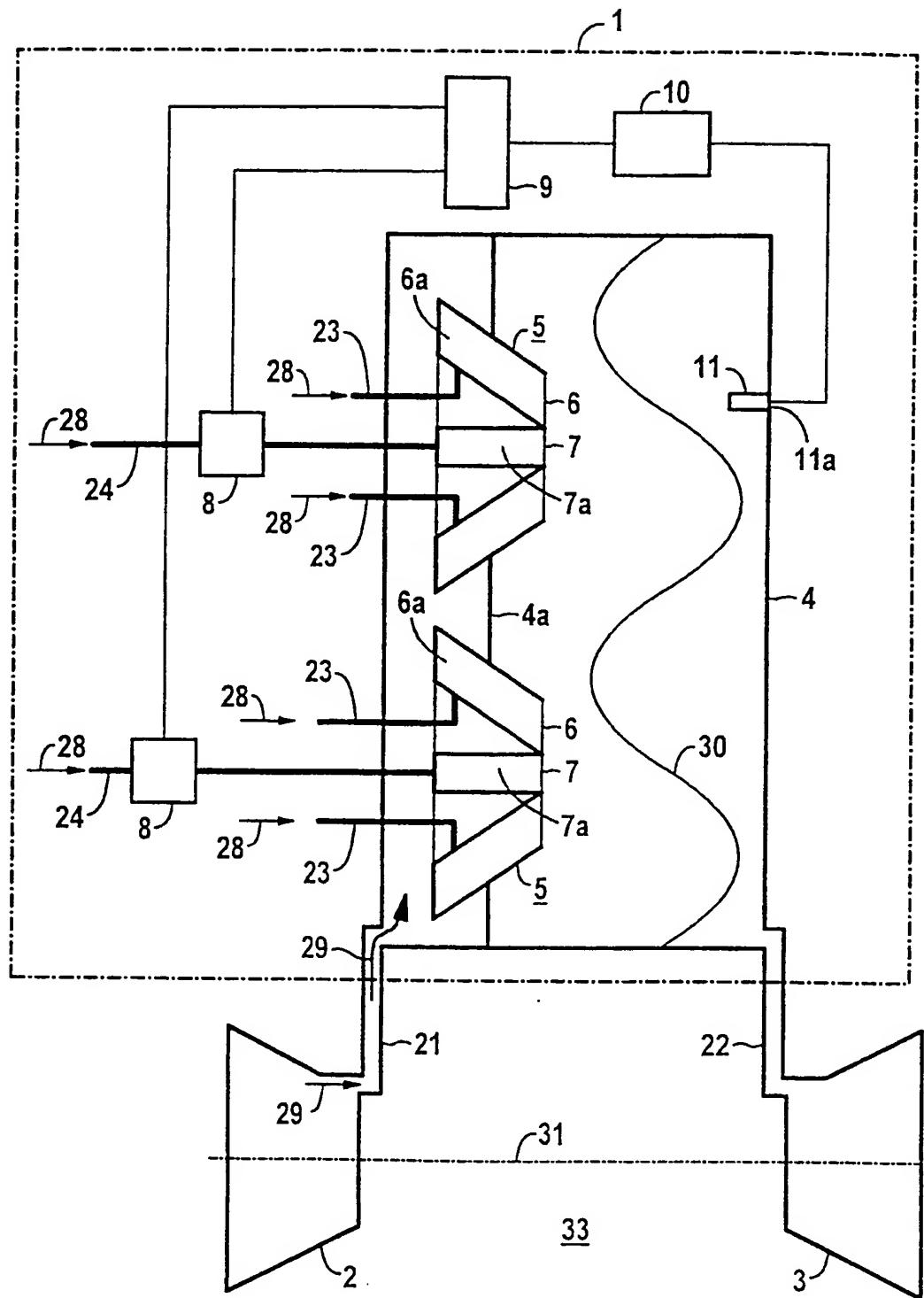
10 c) ein Stellglied (8) zur Modulation einer Stellgröße, wobei insgesamt mindestens zwei Stellglieder (8) zur Modulation je einer Stellgröße vorhanden sind,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Anzahl an
15 Sensoren (11) kleiner ist, als die Anzahl an Stellgliedern (8).

8. Verbrennungsvorrichtung (1) nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jeder Brenner (5) jeweils eine Brennstoffzuführung (23, 24) und eine Ver-
20 brennungsluftzuführung (6, 7) aufweist, wobei mindestens ein Stellglied (8) mit der Brennstoffzuführung (23, 24) und/oder mit der Verbrennungsluftzuführung (6, 7) verbunden ist.

9. Verbrennungsvorrichtung (1) nach Anspruch 7 oder 8,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der minde-
stens eine Brenner (5) ein Hybridbrenner (5) ist, umfassend jeweils einen Vormischbrenner (6) und einen Pilotbrenner (7).

10. Verbrennungsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7
30 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Brennkam-
mer (4) eine Ringbrennkammer (4) einer Gasturbine (33) ist.

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/00211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F23N5/16 F23R3/00

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F23N F23M F23R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 93 10401 A (SIEMENS) 27 May 1993 see page 18, line 34 - page 20, line 13; figure 5 ---	1,2,5, 7-9
A	EP 0 711 956 A (SNECMA) 15 May 1996 see abstract; figure 6 ---	1,7
A	US 5 544 478 A (SHU ET AL.) 13 August 1996 see abstract; figures ---	1,7
A	US 5 361 710 A (GUTMARK ET AL.) 8 November 1994 see column 6, line 52 - line 66 -----	1,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 May 1998	08/06/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Kooijman, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Interr. Application No.

PCT/DE 98/00211

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
WO 9310401	A 27-05-1993	CZ 9401149	A 17-08-1994		-
		EP 0611434	A 24-08-1994		
		JP 7501137	T 02-02-1995		
EP 711956	A 15-05-1996	FR 2726603	A 10-05-1996		
		JP 8226337	A 03-09-1996		
US 5544478	A 13-08-1996	NONE			
US 5361710	A 08-11-1994	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00211

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F23N5/16 F23R3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 F23N F23M F23R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ³	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 93 10401 A (SIEMENS) 27.Mai 1993 siehe Seite 18, Zeile 34 – Seite 20, Zeile 13; Abbildung 5 ---	1,2,5, 7-9
A	EP 0 711 956 A (SNECMA) 15.Mai 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildung 6 ---	1,7
A	US 5 544 478 A (SHU ET AL.) 13.August 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ---	1,7
A	US 5 361 710 A (GUTMARK ET AL.) 8.November 1994 siehe Spalte 6, Zeile 52 – Zeile 66 -----	1,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die gelegnet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussetzung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29.Mai 1998

08/06/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kooijman, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

- Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internes Aktenzeichen

PCT/DE 98/00211

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
WO 9310401 A	27-05-1993	CZ	9401149 A		17-08-1994
		EP	0611434 A		24-08-1994
		JP	7501137 T		02-02-1995
EP 711956 A	15-05-1996	FR	2726603 A		10-05-1996
		JP	8226337 A		03-09-1996
US 5544478 A	13-08-1996	KEINE			
US 5361710 A	08-11-1994	KEINE			